

Teknologi Sistem Peringatan Dini Berbasis Programmable Logic Controller Dalam Upaya Mengantisipasi Bencana Banjir Di Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Pontianak

Purwoharjono¹⁾, Nurhayati²⁾ and Seno D Panjaitan³⁾

^{1.)} Sistem Distribusi, Sumber Daya Air dan Kendali
Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
E-mail : purwoharjono@yahoo.co.id

Abstract– This research is indicate that the ability of early warning system technology in giving information early related to floods quickly and nowadays especially in watching condition of rainfall and ebb intensively. Therefore require to be designed by appliance which can give the early information to society in region of gristle of floods disaster to conduct actions which require to be drawn up by before the happening of disaster. Location of floods gristle selected by countryside of sand the mempawah subdistrict go downstream the forewarning system designed use the programmable logic controller (PLC) and system can give result of information in the form of forewarning indicator which is depend on storey, water height level, that is normal level, attentive level, alert level and caution level. Water height level can be watched from face door irrigate as one of appliance to support the system of forewarning floods disaster. Design result to develop, build this appliance is very be of benefit to society in doing early anticipation possible the happening of floods disaster, so that loss generated by effect of floods disaster felt by society during the time earn the minimum. The existence of forewarning appliance is threatened society of danger can act during which is last for lessening possibility of the happening of hurt victim, loss of soul, and destroy the good and chattel.

Keywords– Early, warning, system, floods, disaster.

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang paling berharga, karena tanpa air tidak mungkin terdapat kehidupan. Air tidak hanya dibutuhkan untuk kehidupan manusia, hewan, dan tanaman, tetapi juga merupakan media pengangkutan, sumber energi, dan berbagai keperluan lainnya. Pada suatu saat dalam bentuk hujan lebat dan banjir, air juga dapat menimbulkan kerugian harta dan jiwa, serta menghanyutkan berjuta-juta ton tanah subur. Ilmu yang mempelajari proses yang mengatur kehilangan dan penambahan serta penampungan sumber-sumber air di bumi adalah hidrologi. Dua besaran ekstrim dalam hidrologi adalah besaran maksimum berupa banjir dan besaran minimum berupa kekeringan. Mengingat pentingnya sungai bagi kehidupan manusia, maka keadaan ekstrim alirannya,

baik kekeringan maupun banjir tidak dikehendaki. Terutama untuk kasus banjir, perlindungan terhadap berbagai aspek kehidupan di sepanjang sungai perlu diperhatikan. Di dalam analisis hidrologi, salah satu hasil akhir yang sering diharapkan adalah perkiraan besar banjir (atau hujan) rancangan untuk suatu bangunan hidraulik tertentu (Sri Harto, 1993).

Secara umum, banjir dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana tinggi muka air sungai (atau debit sungai) melebihi suatu batas yang ditetapkan oleh suatu kepentingan tertentu. Banjir merupakan hasil rusaknya kesetimbangan air (*water balance*) akibat berkurangnya nilai infiltrasi dan evapotranspirasi, sehingga nilai debit aliran permukaan (*run off*) menjadi lebih besar daripada kapasitas angkut debit air pada sistem drainase (alami maupun buatan). Nilai kapasitas angkut yang lebih kecil ini menyebabkan air meluap dari tanggul dan menggenangi daerah sekitarnya.

Adanya tekanan penduduk Kabupaten Pontianak terhadap kebutuhan lahan baik untuk kegiatan pertanian, perumahan, industri, rekreasi, maupun kegiatan lain akan menyebabkan perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang paling besar pengaruhnya terhadap kelestarian sumberdaya air adalah perubahan dari kawasan hutan ke penggunaan lainnya seperti, pertanian, perumahan ataupun industri. Kerapatan bangunan (perumahan) yang tinggi misalnya, akan mengurangi area peresapan air hujan ke dalam tanah. Kerapatan perumahan ini dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah penduduk di Kabupaten Pontianak. Perkembangan penduduk Kabupaten Pontianak yang terus berkembang saat ini, Jika kegiatan tersebut tidak segera dikelola dengan baik, maka akan menyebabkan kelebihan air (banjir) pada saat musim hujan dan kekeringan pada saat musim kemarau. Hal ini disebabkan karena perubahan penggunaan lahan yang tidak bijaksana (tidak disertai penanganan tindakan konservasi), sehingga hujan yang jatuh sebagian besar akan menjadi aliran permukaan (*run off*). Kerugian yang diakibatkan oleh banjir sangat besar. Untuk daerah pertanian misalnya, genangan air yang melebihi batas tinggi tertentu sampai lebih lama dari suatu periode tertentu akan menyebabkan tanaman menjadi rusak, produksinya berkurang, bahkan bisa mematikan tanaman. Penggenangan daerah perkotaan, lapangan terbang, dan daerah-daerah lain, selain menimbulkan kerugian langsung kepada penduduk juga mengganggu

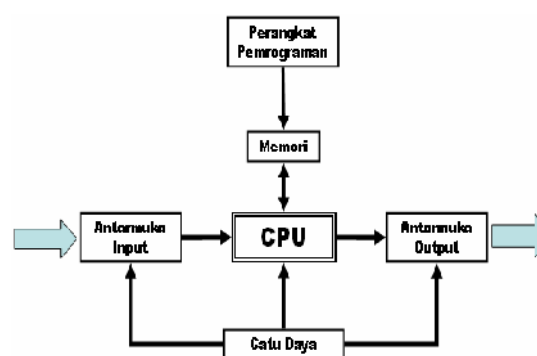
kelancaran lalu lintas kendaraan yang berarti mengganggu perhubungan. Bila keadaan itu berlangsung terlalu lama maka akan menghambat jalannya perekonomian. Baru-baru ini terjadi banjir di beberapa daerah di Kabupaten Pontianak. Daerah-daerah tersebut umumnya adalah daerah-daerah yang sering dilalui kendaraan atau merupakan jalan besar (utama) di Kabupaten Pontianak, sehingga banjir yang terjadi saat itu dirasakan sangat mengganggu aktivitas masyarakat, dimana puluhan rumah tergenang banjir dan menyebabkan kepanikan warga setempat karena banjir tersebut seringkali melanda di daerah tersebut. Adapun salah satu daerah yang sering mengalami banjir tersebut adalah daerah Kecamatan Mempawah Hilir. Kecamatan Mempawah Hilir dengan luas wilayah kecamatan 29,60 km² dan jumlah penduduk 48.321 jiwa ini terdiri dari 14 (empat belas) desa / kelurahan, yaitu : Kelurahan Tanjung, Kelurahan Pasir Wan Salim, Kelurahan Kampung Tengah, Kelurahan Pulau Pedalaman, Kelurahan Terusan, Desa Pasir Panjang, Desa Sungai Bakau Kecil, Desa Pasir Palembang, Desa Kuala Secapah, Desa Antibar, Desa Sejegi, Desa Penibungan, Desa Sengkubang dan Desa Pasir. Untuk menghindari kepanikan masyarakat akibat banjir tersebut, maka diperlukan informasi sistem peringatan dini bila terjadi banjir di daerah Kabupaten Pontianak khususnya wilayah daerah Kecamatan Mempawah Hilir. Sistem peringatan dini ini perlu segera dibangun mengingat bencana alam berupa banjir sangat sering terjadi di daerah Kecamatan Mempawah Hilir, hal itu dikarenakan dan terkait dengan keadaan dan kondisi alam. Sistem peringatan dini ini dibangun untuk memudahkan tindakan yang perlu dipersiapkan sebelum terjadinya bencana banjir. Penanggulangan bencana banjir secara dini ini harus terkoordinir, terpadu, berazaskan kemandirian dan harus diintegrasikan dalam pembangunan nasional dan pembangunan daerah. Tahapan penanganan penanggulangan bencana mulai dari persiapan ini perlu dipersiapkan sebaik-baiknya melalui perencanaan dan implementasi yang terintegrasi. Oleh karena hal-hal tersebut itulah, maka sudah selakanya kalau dalam upaya penanggulangan bencana banjir di atas dibangun suatu teknologi yang murah untuk sistem peringatan dini atau yang lebih dikenal dengan istilah early warning system. Informasi secara dini itu dapat dilakukan dengan cara memonitor terus menerus tinggi muka air secara otomatis dan memberikan tanda bahaya atau alarm kepada masyarakat Kecamatan Mempawah Hilir jika ketinggian air dapat menyebabkan banjir.

Tujuan kegiatan dari penelitian ini adalah membuat dan menerapkan alat sistem peringatan dini dalam menghadapi bencana banjir di daerah Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Pontianak dan melakukan sosialisasi kepada masyarakat di daerah Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Pontianak tentang cara pengoperasian dan informasi dari alat peringatan dini yang telah dibuat.

2. Teori Dasar

2.1. Programmable Logic Controller (PLC)

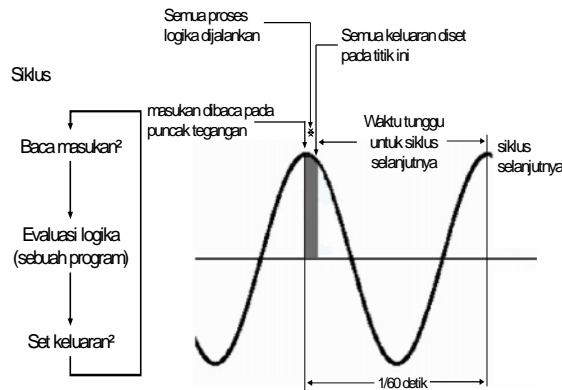
PLC merupakan perangkat pengendali berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori dalam menyimpan algoritma-algoritma kendali. PLC dapat digunakan untuk mengeksekusi fungsi-fungsi seperti rangkaian logika, kendali sekuensial, pewaktuan, pencacahan, dan aritmatika. Sistem kendali untuk industri yang menggunakan PLC mampu mengendalikan mesin-mesin atau proses-proses dengan daya guna dan kehandalan yang sangat baik, khususnya untuk aplikasi-aplikasi dengan kondisi lingkungan yang tidak begitu baik. Beberapa keuntungan PLC adalah: fleksibel, deteksi dan koreksi lebih mudah dilakukan, harga relatif murah, kecepatan operasi yang cukup tinggi, dan dokumentasi lebih mudah dilakukan.



Gambar 1. Skema Perangkat keras PLC.

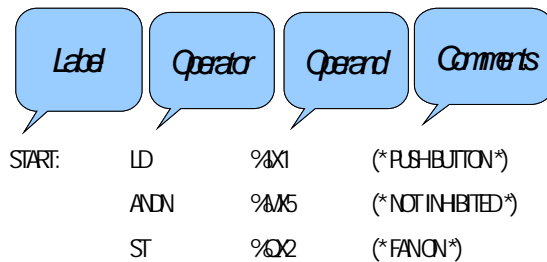
Perangkat keras PLC terdiri dari lima komponen utama yaitu Central Unit Processor (CPU), memori, unit catu daya, antarmuka I/O dan komunikasi, dan perangkat pemrograman seperti yang terlihat pada Gambar 1. CPU berisi mikroprosesor yang menginterpretasikan sinyal-sinyal input dan melakukan komputasi untuk pengendalian sesuai dengan program yang tersimpan di dalam memori dan mengupdate output. Memori pada PLC adalah tempat untuk menyimpan program yang digunakan untuk melaksanakan tindakan-tindakan pengendalian oleh mikroprosesor. Unit catu daya diperlukan untuk mengkonversikan tegangan arus bolak-balik sumber menjadi tegangan arus searah yang dibutuhkan oleh CPU dan antarmuka. Antarmuka I/O adalah unit untuk menerima informasi dan mengkomunikasikan informasi kendali ke perangkat-perangkat eksternal. Perangkat pemrograman adalah media untuk memasukkan program ke dalam memori.

Siklus eksekusi algoritma pemrograman PLC yang berisi logika kendali terlihat pada Gambar 2. Terlihat bahwa siklusnya adalah tersentral dimana masukan-masukan yang berupa informasi dari sensor-sensor dibaca untuk kemudian dipertimbangkan dalam algoritma program yang dieksekusi. Setelah itu, keluaran-keluaran diperbaharui akibat dari perubahan informasi masukan-masukan.



Gambar 2. Siklus Eksekusi pada PLC.

Sementara itu, perangkat lunak PLC terdiri dari beberapa pemrograman standar dapat digunakan berdasarkan keinginan perancang atau kebutuhan akan keseragaman pemrograman. Beberapa tipe pemrograman tersebut sesuai dengan standar IEC 61131-3 adalah Instruction List, Structured Text, Ladder Diagram, Sequential Function Chart, dan Function Block Diagram. Pemrograman dengan Ladder Diagram akan digunakan dalam penelitian ini.



result := result OPERATOR operand

Gambar 3. Struktur pemrograman IL

Instruction List (IL) adalah bahasa pemrograman Level-bawah berorientasi mesin disediakan hampir pada semua sistem pemrograman PLC. IL merupakan bahasa pemrograman PLC yang mudah dipelajari dan sangat umum digunakan di Jerman. Pada umumnya, IL dapat menjadi cara pemrograman yang paling cepat, namun IL memiliki struktur yang tidak jelas karena merupakan pemrograman yang bukan berorientasi keadaan (state-oriented). Akibatnya, tanpa metoda-metoda tertentu. Pemrograman system yang besar dapat mengakibatkan Spaghetti-programming yang mana sulit untuk dievaluasi dan dianalisa. Struktur pemrograman dari IL dapat dilihat pada Gambar 3.

Structured Text (ST) merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi (serupa dengan PASCAL) untuk tugas-tugas kendali yang dapat juga digunakan untuk kalkulasi (matematika) yang kompleks. Pemrograman ST ini merupakan pemrograman terstruktur dengan pernyataan seperti IF THEN ELSE, CASE, FOR, dan WHILE. Contoh pemrograman ST dapat dilihat pada Gambar 4.

```
FOR
FOR i := 1 TO 100 BY 2 DO
  IF i = k
    THEN EXIT;
  END_IF;
  count[i] := i + 3;
END_FOR;

WHILE
i := 1;
WHILE i <= 100 & i <> k DO
  count[i] := i + 3;
  i := i + 2;
END_WHILE;

REPEAT
i := 1;
IF i <> k
  THEN
    REPEAT
      count[i] := i + 3;
      i := i + 2;
    UNTIL i > 100 OR i = k
  END_REPEAT;
END_IF;

EXIT (keluar dari loop dalam ke loop di atasnya).
```

Gambar 4. Contoh pemrograman ST.

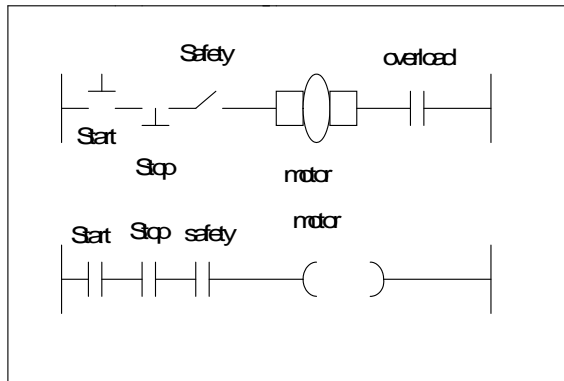
Ladder Diagram direpresentasikan oleh koneksi-koneksi grafis (diagram rangkaian) dari variabel-variabel Boolean (Kontak dan kumparan/coil), tampilan geometris pada sebuah rangkaian serupa dengan kendali relai. Program Organisation Unit (POU) pada LD dibagi dalam bagian-bagian yang dikenal dengan network.

Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relai yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam ladder diagram terdapat dua buah garis vertikal di mana garis vertikal sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatif catu daya. Program ladder ditulis menggunakan bentuk pictorial atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relai. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti normally open contact, normally closed contact, timer, counter, sequencer dll ditampilkan seperti dalam bentuk pictorial. Di bawah kondisi yang benar, listrik dapat mengalir dari rel sebelah kiri ke rel sebelah kanan, jalur rel seperti ini disebut sebagai ladder line (garis tangga). Peraturan secara umum di dalam menggambarkan program ladder diagram adalah:

- Daya mengalir dari rel kiri ke rel kanan
- Output coil tidak boleh dihubungkan secara langsung di rel sebelah kiri
- Tidak ada kontak yang diletakkan disebelah kanan output coil
- Hanya diperbolehkan satu output coil pada ladder line

Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang menggambarkan kontrol dari switch, sensor atau output

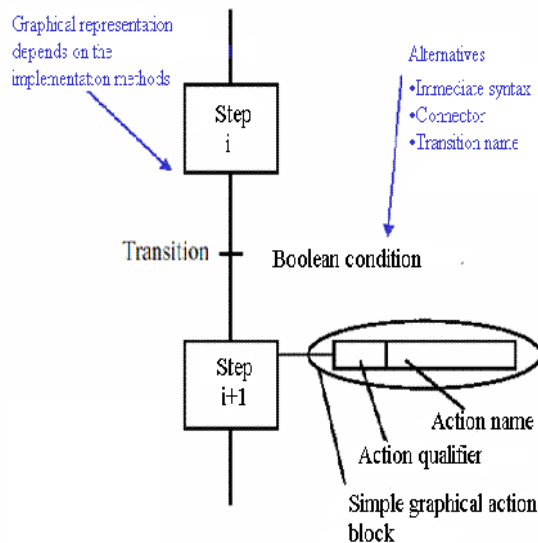
Satu baris dari diagram disebut dengan satu ruang. Input menggunakan simbol [] (kontak normally open) dan [/] (kontak normally close). Output mempunyai simbol () yang terletak paling kanan. Untuk memperlihatkan hubungan antara satu rangkaian fisik dengan ladder diagram yang mempresentasikannya, lihatlah rangkaian motor listrik pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Start – Stop Motor

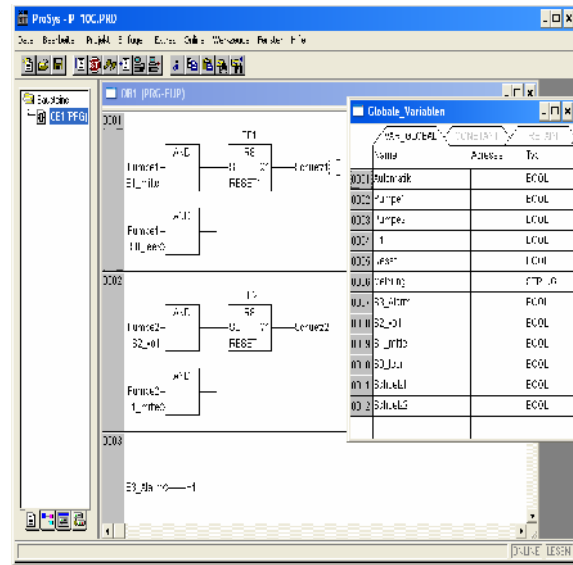
Gambar 5 memperlihatkan rangkaian Motor dihubungkan ke sumber daya melalui 3 saklar yang dirangkai secara seri ditambah saklar over load sebagai pengaman. Motor akan menyala bila seluruh saklar dalam kondisi menutup.

Sequential Function Chart (SFC) tugas kendali dipecah ke beberapa bagian yang dapat dieksekusi secara sekuensial dan paralel dan seluruh eksekusinya dikendalikan. SFC melukiskan dengan jelas aliran program dengan mendefinisikan aksi mana dari proses yang dikendalikan: dieksekusi, tidak dieksekusi, atau diberhentikan. IEC 61131-3 memberikan kemajuan yang penting dengan adanya SFC sebagai bantuan untuk strukturisasi program-program PLC pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur pemrograman SFC.

Function Block Diagram (FBD) merepresentasikan koneksi grafis aritmetik, Boolean atau elemen fungsi lain dan Blok-blok fungsi. POU pada FBD dibagi dalam beberapa network seperti pada LD. Boolean network sering direpresentasikan dengan LD. Contoh pemrograman dengan FBD terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Contoh pemrograman FBD

2.2. Banjir

Desain skematik sistem peringatan dini bencana banjir yang telah dibuat disajikan pada Gambar 1. Diperlukan 2 jenis tegangan dalam sistem ini, yaitu 12 V untuk rangkaian sensor dan 24 V untuk rangkaian yang terhubung ke PLC. Untuk keperluan tersebut dibuat rangkaian pengkondisi sinyal. Pada rangkaian sensor, terdapat 4 level yang dideteksi yaitu level 1 (normal), level 2 (waspada), level 3 (siaga), dan level 4 (awas). Sensor-sensor level menggunakan kabel dan prinsip pendeteksian menggunakan prinsip konduktivitas listrik dari cairan yang dideteksi. Informasi mengenai level air dikirimkan ke PLC sebagai kendali utama dengan basis tegangan 24 V yang merupakan tegangan standar industri. Informasi tersebut diolah oleh PLC berdasarkan program yang telah dibuat untuk kemudian memberikan sinyal output mengenai lampu indikator yang harus hidup berkaitan dengan kondisi level yang terjadi. Pada Level 4 (awas), sebuah sirene diaktifkan sebagai tanda bahaya kepada penduduk sekitar.

Menurut Subarkah, 1980, banjir adalah genangan air pada permukaan tanah sampai melebihi batas tinggi tertentu yang mengakibatkan kerugian. Pada umumnya daerah perkotaan di Indonesia yang berada di daerah yang kondisi topografi yang landai, dan adanya pengaruh pengempangan dari sungai dan atau laut sebagai akibat gerakan pasang surut muka air laut maka sering terancam banjir atau genangan. Pengaruh air akibat curah hujan yang ada didalam saluran primer atau sungai baru dapat mengalir bilamana air laut sedang surut ketika efek empangan telah hilang. Demikian pula air yang ada dalam parit atau saluran sekunder baru

dapat mengalir dengan baik setelah ada perbedaan tinggi antara permukaan air di saluran sekunder dengan saluran primer dan seterusnya hingga ke saluran tersier.

Jika perbedaan tinggi ini tidak ada, maka air akan tetap tergenang. Dalam Direktorat Penyelesaian Lingkungan Permukiman Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen PU, 1991, penyebab terjadinya genangan atau banjir antara lain :

- Terjadinya pendangkalan atau penyempitan saluran, parit dan sungai sehingga bentuk, ukuran dan profil yang ada tidak sesuai lagi,
- Pembuangan sampah secara liar ke dalam parit,
- Adanya tumbuhan air yang tumbuh disaluran dan menghambat pengaliran,
- Proses sedimentasi berupa pengendapan lumpur–lumpur halus serta akibat proses erosi berupa longsor tanah disisi saluran yang menimbulkan proses penggumpalan dari lumpur–lumpur halus tersebut.
- Tarap muka tanah yang relatif datar sehingga air hujan yang jatuh akan mengalir ke daerah cekung yaitu daerah–daerah tertentu yang relatif lebih rendah dari daerah di sekitarnya.

2.3. Daerah Rawan Banjir

Menurut juga laporan terakhir dari Satuan Kerja Sementara Irigasi dan Rawa Kalimantan Barat Dinas Pekerjaan Umum ada beberapa lahan sawah yang tergenang pada daerah Irigasi dan Rawa di wilayah Kecamatan Mempawah Hilir tanggal 8-20 Januari 2003 seperti tabel 1.

Tabel 1. Lahan Sawah Tergenang di Daerah Irigasi dan Rawa Kecamatan Mempawah Hilir

No.	Lokasi	Daerah Irigasi/Rawa	Panjang (M)	Tinggi Genangan (M)
1.	Pasir	DR. Pasir	5.000	0,8–1,2
2.	Sungai Mempawah	Kota Mempawah	-	-
3.	Sungai Rasau	DR. Sepuk Merah	8.000	0,8–1,2
4.	Sungai Tekam	DR. Sepuk Merah	10.000	0,8–1,2
5.	Sungai Mesjid	DR. Penibung	8.000	0,8
6.	Sungai Temayang	DR. Penibung	5.000	0,8
7.	Sungai De Mukmin	DR. Penibung	3.500	0,8
8.	Sungai Lintang	DR. Penibung	4.000	0,8
9.	Sungai Wan Noman	DR. Penibung	3.500	0,8
10.	Sungai Nansi	DR. Penibung	3.500	0,8
11.	Sungai Senen	DR. Sengkubang	3.000	0,8

Sedangkan menurut laporan akhir pada Satuan Kerja Pengendalian Banjir dan Pengamanan Pantai Kalimantan Barat, Dinas Pekerjaan Umum ada beberapa daerah banjir dan tinggi genangan di Kecamatan Mempawah Hilir dari tahun 2003 – 2005 seperti tabel 2.

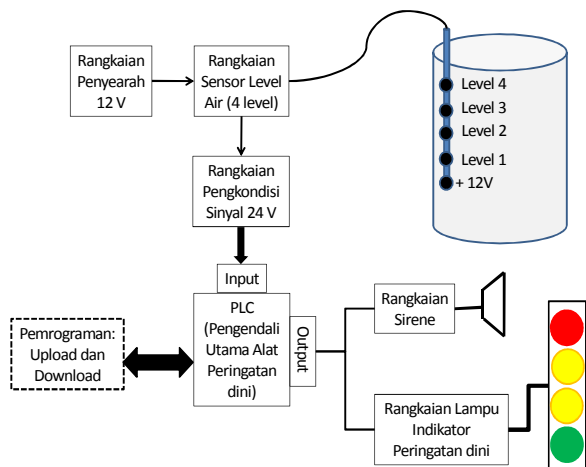
Tabel 2. Daerah Rawan Banjir Di Kecamatan Mempawah Hilir

No	Kecamatan Desa	Penyebab Bencana	Waktu	Lama/ Tinggi Genangan	Dampak Bencana
<i>I. TAHUN 2003</i>					
1.	Desa Pasir	Hujan, air Sungai pasang	30 Sep 2003	120 Jam 1,8-1,2 M	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
2.	Desa Sebukit Rama	Hujan, air Sungai pasang	30 Sep 2003	120 Jam 1,8-1,2 M	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
3.	Desa Parit Amanku	Hujan, air Sungai pasang	30 Sep 2003	120 Jam 1,8-1,2 M	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
4.	Desa Suap	Hujan, air Sungai pasang	30 Sep 2003	120 Jam 1,8-1,2 M	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
5.	Desa Lestari	Hujan, air Sungai pasang	30 Sep 2003	120 Jam 1,8-1,2 M	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
6.	Desa Pasir Tengah	Hujan, air Sungai pasang	30 Sep 2003	120 Jam 1,8-1,2 M	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
<i>II. TAHUN 2004</i>					
1.	Desa Bakau Kcil	Hujan, air Sungai pasang	14 Des 2004	120 Jam 10-50 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
2.	DS. Senggiring	Hujan, air Sungai pasang	14 Des 2004	120 Jam 10-50 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
3.	Desa Wan Salim	Hujan, air Sungai pasang	14 Des 2004	120 Jam 10-50 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
4.	Desa Kuala Secapak	Hujan, air Sungai pasang	14 Des 2004	120 Jam 10-50 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
5.	Desa Kampung Tengah	Hujan, air Sungai pasang	14 Des 2004	120 Jam 10-50 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
6.	Desa Pasir	Hujan, air Sungai pasang	14 Des 2004	120 Jam 10-50 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
<i>III. TAHUN 2005</i>					
1.	Desa Pasir	Hujan, air Sungai pasang	6 Jan 2005	120 Jam 30-75 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
2.	Desa Sejegi	Hujan, air Sungai pasang	6 Jan 2005	120 Jam 30-75 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan
3.	Desa Tekam	Hujan, air Sungai pasang	6 Jan 2005	120 Jam 30-75 Cm	Sawah, ladang, Rumah, Jalan

3. Hasil Eksperimen

3.1. Desain Rancangan

Desain skematik sistem peringatan dini bencana banjir yang telah dibuat disajikan pada Gambar 1. Diperlukan 2 jenis tegangan dalam sistem ini, yaitu 12 V untuk rangkaian sensor dan 24 V untuk rangkaian yang terhubung ke PLC. Untuk keperluan tersebut dibuat rangkaian pengkondisi sinyal. Pada rangkaian sensor, terdapat 4 level yang dideteksi yaitu level 1 (normal), level 2 (waspada), level 3 (siaga), dan level 4 (awas). Sensor-sensor level menggunakan kabel dan prinsip pendeteksian menggunakan prinsip konduktivitas listrik dari cairan yang dideteksi. Informasi mengenai level air dikirimkan ke PLC sebagai kendali utama dengan basis tegangan 24 V yang merupakan tegangan standar industri. Informasi tersebut diolah oleh PLC berdasarkan program yang telah dibuat untuk kemudian memberikan sinyal output mengenai lampu indikator yang harus hidup berkaitan dengan kondisi level yang terjadi. Pada Level 4 (awas), sebuah sirene diaktifkan sebagai tanda bahaya kepada penduduk sekitar.



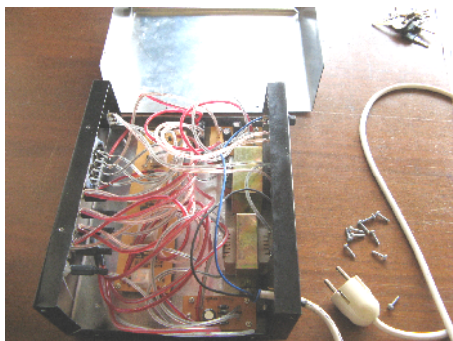
Gambar 7. Diagram Skematik Alat Peringatan Dini Bencana Banjir.

3.2. Hasil Rancangan

Adapun Rangkaian utama yang telah dirancang terlihat pada Gambar 8 s.d. 12. Rangkaian Utama (Gambar 8) terdiri dari rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian sensor, rangkaian indicator, dan sirene. Sementara itu integrasinya dengan PLC, sirene, dan lampu indicator terlihat pada Gambar 12.

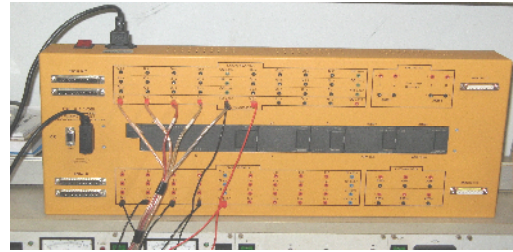


(a)



(b)

Gambar 8. Rangkaian Sistem Peringatan Dini Utama: (a) Tampak luar dan (b) Bagian Dalam



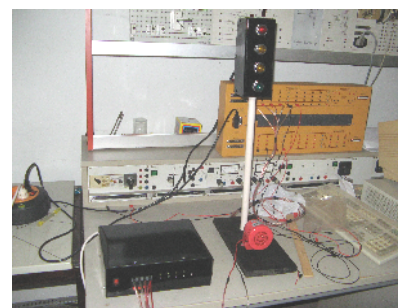
Gambar 9. PLC dan modul-modul input/outputnya.



Gambar 10. Drum sebagai wadah pengukuran level air



Gambar 11. Elemen pengukur level



Gambar 12. Rangkaian Sistem Peringatan Dini Utama, PLC, lampu indikator dan Sirene.

3.3. Uji Hasil Rancangan

Dari hasil pengujian di laboratorium, Sistem peringatan dini yang dirancang ini dapat bekerja berdasarkan kriteria level ketinggian permukaan air yang ditetapkan. Kriteria level Ketinggian permukaan air ini dapat dipantau dari pintu muka air. Dalam penelitian ini, level ketinggian permukaan air dibagi menjadi 4 level, yaitu :

Level I (Normal)

Ketinggian permukaan air dalam keadaan normal dan tidak memperlihatkan adanya peningkatan berdasarkan hasil pengamatan secara visual, maupun hasil penelitian secara instrumental. Masyarakat dapat bekerja sebagaimana biasanya.

Level II (Waspada)

Terjadi peningkatan ketinggian permukaan air dari Level I berupa kelainan yang teramati secara visual dan atau secara instrumental. Masyarakat diminta meningkatkan kewaspadaan terhadap kemungkinan adanya peningkatan ketinggian permukaan air.

Level III (Siaga)

Peningkatan ketinggian permukaan air dari Level II, yang teramati secara visual dan atau secara instrumental. Masyarakat diminta bersiap untuk mengungsi.

Level IV (Awas)

Peningkatan ketinggian permukaan air dari Level III semakin nyata, yang teramati secara visual dan atau secara instrumental. Masyarakat di kawasan terancam bencana banjir sudah harus mengungsi.

Hasil pengujian dari ke empat level tersebut ternyata bahwa peralatan hasil rancangan ini dapat memberikan informasi sesuai dengan kondisi ketinggian level dari permukaan air yang sudah ditetapkan. Ketinggian level dari permukaan air ini dapat dipantau pula dari indikator lampu yang ada. Ada 4 lampu yang digunakan sebagai informasi tentang ketinggian permukaan air yang dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang kejadian bencana banjir. Keempat lampu tersebut dipantau dengan menggunakan programmable logic controller (PLC).

4. Kesimpulan

1. Teknologi Sistem peringatan dini berbasis programmable logic controller (PLC) untuk mengantisipasi bencana banjir ini dapat diterapkan di Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Pontianak.
2. Kriteria tingkat ketinggian permukaan air sebagai identifikasi peringatan dini bencana banjir ini dapat digunakan untuk menentukan pedoman dini terjadinya bencana banjir.
3. Penanggulangan bencana secara dini harus terkoordinir, terpadu dan harus diintegrasikan dalam pembangunan nasional dan pembangunan daerah.

Referensi

- [1] Anonim. 2003. Kajian Kebijakan Penanggulangan Banjir Di Indonesia: Partisipasi Masyarakat. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [2] Baker, Roger C, 1992, An Introductory Guide to Flow Measurement, Mechanical Engineering Publications Limited, London.

- [3] Brebia, CA, 1984, Hydraulic Engineering Software, A Computational Mechanics Center Publications Elsevier, Amsterdam.
- [4] Budiharto, W. 2005. Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [5] Djoko Luknanto. 2002. Air, Banjir, Persepsi dan Salah Persepsi. Seminar Nasional KATGAMA. Makalah Ilmiah Populer. Yogyakarta.
- [6] Eko Teguh Paripurno. 2002. Manajemen Bencana Kita: Berbasis Komunitas & Peka Gender. Sarasehan "Gender & Bencana Alam". UPN Veteran Yogyakarta.
- [7] Kodoatie, Robert J & Soegiyanto. 2002. Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- [8] K.H. John & M. Tiegelkamp, (2001) IEC 61131-3 Programming Industrial Automation Systems: Concepts and Programming Languages, Springer, Berlin.
- [9] Link, Wolfgang, Pengukuran, Pengendalian Dan Pengaturan Dengan PC, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1993.
- [10] Malvino, Albert Paul, Digital Computer Electronic An Introduction to Microcomputers, McGraw-Hill, Inc., U.S.A., 1983.

Biografi

¹ **Purwoharjono** lahir di Anjungan Melancar pada tanggal 02 Januari 1972. Menyelesaikan program Strata I (S1) di Universitas Tanjungpura Pontianak Jurusan Teknik Elektro pada tahun 1990 dan program Strata II (S2) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Elektro bidang Sistem Tenaga pada tahun 2001. Sejak tahun 1998 sampai sekarang mengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. Penelitian yang diminati saat ini adalah Teknik Elektro.

² **Nurhayati** lahir di Sumedang pada tanggal 04 Januari 1971. Menyelesaikan program Strata I (S1) di Universitas Tanjungpura Pontianak Jurusan Teknik Sipil pada tahun 1990 dan program Strata II (S2) di Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Sipil bidang Teknik Sumber Daya Air pada tahun 2001. Sejak tahun 1998 sampai sekarang mengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjungpura. Penelitian yang diminati saat ini adalah Hidrologi dan Hidrolika.

³ **Seno D. Panjaitan** lahir di Pontianak pada tanggal 15 Juli 1975. Menyelesaikan program Strata I (S1) di Universitas Tanjungpura Pontianak Jurusan Teknik Elektro pada tahun 1997, program Strata II (S2) di Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Elektro pada bidang Teknik Kendali pada tahun 2001 dan program Strata III (S3) di University of Kaiserslautern pada bidang Electrical and Computer Engineering (Automation Engineering) pada tahun 2007. Sejak tahun 1999 sampai sekarang mengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. Penelitian yang diminati saat ini adalah Teknik Kendali

